

# **Hydraulisesti taipumakompensoidun telan on site -huollon tuotteistus ja kehitys**

Roope Mannila

Opinnäytetyö

Kesäkuu 2016

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma

Kunnossapito

Tekijä(t) Mannila, Roope	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 09.06.2016
	Sivumäärä 38 + 33	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi <b>Hydraulisesti taipumakompensoidun telan on site -huollon tuotteistus ja kehitys</b>		
Tutkinto-ohjelma Paperikoneteknologian tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Kirsi Niininen, Petri Luosma		
Toimeksiantaja(t) Valmet Technologies Oy		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyö tehtiin Valmet Technologies Oy:lle tavoitteena tuotteistaa hydraulisesti taipumakompensoidun telan on site -huolto sekä parantaa huollon suorittamista. Telalle luotiin esitysmateriaaleja, joita käytetään on site -huoltojen markkinoinnissa Valmetin asiakkaille. Sen lisäksi telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden varmistamiseen kehitettiin testaustapa, joka voidaan suorittaa työmaalla telan ollessa irti koneesta.</p> <p>Esitysmateriaalit luotiin käyttäen pohjana Valmetin muille teloille tekemiä samankaltaisia esityksiä. Esitysmateriaaleissa esitellään yksityiskohtaisesti telalle tehtävän perushuollon sisältö sekä erilaisia päivityksiä telaan liittyen. Huollon kehityksen kannalta työ piti sisällään työmaavalvojan käyttöön tulevan tarkastuslistan luominen kyseiselle telatyypille sekä kuormituskengän tiiviiden testaustavan kehittämisen.</p> <p>Tuloksena opinnäytetyöstä oli PowerPoint-esitys, jota Valmet voi käyttää markkinoidessaan hydraulisesti taipumakompensoidun telan on site -huoltoja asiakkailleen. Telan huolto-ohjeisiin luotiin työohje, jossa kuvataan telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden testaus. Lisäksi tuloksena oli työmaavalvojan käyttöön tuleva tarkastuslista huollon aikana tehdyistä töistä.</p> <p>Opinnäytetyöstä tulee olemaan Valmetille huomattavaa käytännöllistä hyötyä. Esitysmateriaalien tavoitteena on, että ne auttavat Valmetia saamaan huolto- ja modifikaatiotöitä myös tälle telatyypille. Huollon kehitykseen vaikuttavat työt parantavat ja nopeuttavat telan on site -huollon suorittamista.</p>		
<p>Avainsanat (<a href="#">asiasanat</a>)</p> <p>Taipumakompensoitu, tela, paperikone, puristinosa, hydrauliikka</p>		
<p>Muut tiedot</p> <p>Liitteet 1,2 ja 3 ovat salassa pidettäviä. Salassapidon peruste Julkisuuslain 621/1999 24§, kohta 17, yrityksen liike- tai ammattisalaisuus. Salassa pitoaika kymmenen (10) vuotta, salassapito päättyy 29.5.2027.</p>		

Author(s) Mannila, Roope	Type of publication Bachelor's thesis	Date 09.06.2016
		Language of publication: Finnish
	Number of pages 38 + 33	Permission for web publication: x
Title of publication <b>Productization and development of on-site -services for hydraulically crown controlled roll</b>		
Degree programme Degree Programme in Paper Machine Technology		
Supervisor(s) Niininen, Kirsi, Luosma, Petri		
Assigned by Valmet Technologies Oy		
<p>Abstract</p> <p>The bachelor's thesis was assigned by Valmet Technologies Oy. The objective was to productize the on-site -service for the hydraulically crown controlled roll and to improve the service work. The presentation materials created for the roll will be used to market the on-site -services to Valmet's customers. A test method that can be done on-site while the roll is out of the machine, was created to verify the compactness of the seals on the loading shoe in the roll.</p> <p>Presentation materials were created using similar presentations for other rolls made by Valmet as a template. The detailed scope of the basic on-site -service and different kinds of upgrades and modifications are presented in the presentations. To improve the service, the check list for site supervisor was created for the roll in question and a test method for verifying compactness of the loading shoe was created.</p> <p>As a result of the thesis Valmet was given a PowerPoint-presentation to market the on-site -services for the hydraulically crown controlled roll to its customers. A work instruction where the test method for verifying the compactness of the loading shoe in the roll is described was added in the service instructions for the roll. Also, the check list for site supervisor which includes all the works that have been done during the service was created as a result.</p> <p>The bachelor's thesis will bring significant practical benefits for Valmet. The objective of the presentation materials is that they will help Valmet to get service work, updates and modification work for this roll type also. Developing their service will improve and make the on-site-service work of the roll quicker.</p>		
Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> ) Deflection compensated, roll, paper machine, press section, hydraulics		
Miscellaneous Appendixes 1, 2 and 3 are confidential. Reason for concealment is Julkisuuslaki 621/1999 24§, part 17, companys trade secret. Concealment time is ten (10) years, concealment ends 29.5.2027.		

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Toimeksiantaja Valmet Technologies Oy .....</b>	<b>5</b>
2.1	Historia .....	6
2.2	Valmetin liiketoiminta .....	7
<b>3</b>	<b>Opinnäytetyön lähtökohdat.....</b>	<b>8</b>
3.1	On site -huollon kehittäminen .....	8
3.2	Esitysmateriaalit .....	9
<b>4</b>	<b>Kunnossapito.....</b>	<b>10</b>
4.1	Kunnossapidon kehittyminen.....	10
4.2	Kunnossapitolajit .....	11
4.3	Kunnossapidon tavoitteet .....	13
4.4	Kunnossapidon organisoituminen.....	14
<b>5</b>	<b>Hydraulijärjestelmä .....</b>	<b>15</b>
5.1	Toimintaperiaate .....	15
5.2	Hydromekaniikka.....	16
5.3	Hydraulinesteet .....	18
5.3.1	Lisäaineistus.....	18
5.3.2	Nestetyypit .....	18
<b>6</b>	<b>Paperikoneen puristinosa .....</b>	<b>19</b>
6.1	Puristinosan tehtävä ja toiminta .....	20
6.2	Puristintyypit .....	22
6.3	CC-telan toiminta lyhyesti .....	26

<b>7</b>	<b>Opinnäytetyön toteutus .....</b>	<b>28</b>
7.1	Aiheeseen perehtyminen ja työn aloitus .....	28
7.2	Työn suorittaminen .....	29
<b>8</b>	<b>Tulokset .....</b>	<b>30</b>
<b>9</b>	<b>Johtopäätökset ja pohdinta .....</b>	<b>34</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>37</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>39</b>
	Liite 1. CC-Roll Maintenance -esitys .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	Liite 2. CC-Roll Service Report -pohja .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
	Liite 3. CC-telan kuormituskengän tiivisteiden testaus -työohje .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## Kuviot

Kuvio 1. Valmetin liikevaihdon jakautuminen vuonna 2015 .....	5
Kuvio 2. Valmetin historian tärkeimmät tapahtumat .....	6
Kuvio 3. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan .....	12
Kuvio 4. Hydrostaattinen ja hydrodynaaminen järjestelmä .....	16
Kuvio 5. Hydraulinesteiden jako eri tyypeihin .....	19
Kuvio 6. Paperikone.....	20
Kuvio 7. Veden poistuminen nipissä .....	21
Kuvio 8. Imupuristimen nippi .....	22
Kuvio 9. Urapuristimen nippi .....	23
Kuvio 10. Kaksoishuopapuristimen nippi .....	24
Kuvio 11. Kenkäpuristimen nippi .....	25
Kuvio 12. Telanipin ja pitkänipin vertailu .....	25
Kuvio 13. CC-tela .....	27
Kuvio 14. CC-telan poikkileikkaus kengän kohdalta.....	27
Kuvio 15. Päätyjen huoltotoimet .....	32
Kuvio 16. Keskiakselin tarkastuslista .....	33

## Taulukot

Taulukko 1. Kunnossapitolajien määrittely .....	12
---	----

# 1 Johdanto

Opinnäytetyön aihe saatiin Valmet Technologies Oy:ltä ja aiheeksi valikoitui ”Hydraulisesti taipumakompensoidun telan on site -huollon tuotteistus ja kehitys”. Valmetin edustaja ehdotti opinnäytetyöksi useampia eri aiheita, joista työn olisi voinut tehdä. Yhdessä muutamien muiden Valmetin työntekijöiden mielipiteet huomioon ottaen, opinnäytetyön aiheeksi valittiin kuitenkin kyseisen telan on site -huollon, eli asiakkaan tehtaalla tapahtuvan huollon, tuotteistus ja kehitys.

Valmetilla oli todella tarvetta tälle opinnäytetyölle, koska kyseinen tela ei ole Valmetin valmistama, eikä sillä ollut kyseiselle telalle samanlaista huoltokonseptia kuin Valmetin itsevalmistamilleen teloille. Tela on alunperin Beloitin valmistama, jonka paperin- ja pehmopaperin valmistusteknologian Valmet osti vuonna 2000. Mitsubishillä, jonka paperikoneteknologian Valmet nykyään omistaa, on samankaltainen tela, johon tätä työtä voidaan myös hyvin soveltaa.

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä ja luoda taipumakompensoidulle telalle, eli ns. CC-telalle (Cross Controlled), markkinointitarkoituksiin käytettäviä esitysmateriaaleja, joissa esitellään työmaalla suoritettava perushuolto yksityiskohtaisesti sekä erilaisia modifikaatioita ja päivityksiä telaan liittyen. Lisäksi opinnäytetyöhön kuului telan on site -huollon kehitys. Työmaavalvojan käyttöön luotiin tarkastuslista telan huollosta, johon merkitään huollon aikana suoritettut työt ja tarkastukset. Lista toimitetaan huollon jälkeen täytettynä asiakkaalle. Ongelma, joka ratkaistiin, oli telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviyn testaus työmaalla. Tiiviyn varmistamiseen oli tarkoitus kehittää jonkinlainen testautapa, jonka voi suorittaa työmaalla telan ollessa irti koneesta. Tähän liittyen kunnossapitäjille luotiin vielä tiivis ja selkeä työohje.

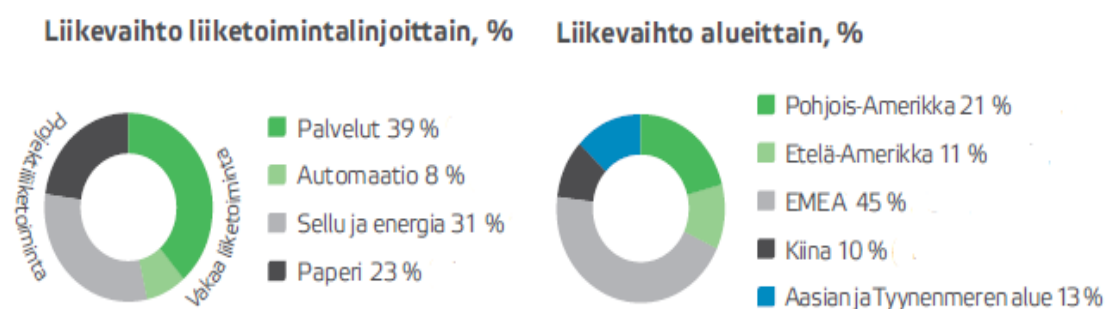
Tällä hetkellä Valmetin huoltotoiminta kyseiselle telalle on melko vaatimatonta, vaikka potentiaalia uskotaan olevan. Tämän tyyppisiä teloja maailmalta löytyy noin 5000 kappaletta. Valmet ei ole tehnyt kyseiselle telalle vielä suurta määrää on site -huoltoja (työmaalla tapahtuvia), mutta tavoitteena on, että tämä opinnäytetyö

auttaa Valmetia markkinoimaan ja saamaan huolto- ja modifikaatiotöitä myös tälle telatyypille.

## 2 Toimeksiantaja Valmet Technologies Oy

Valmet Technologies Oy toimittaa teknologiaa, automaatiota ja palveluita pääasiassa sellu-, paperi- ja energiateollisuudelle. Valmet tarjoaa monenlaisia palveluita ulkoistetusta kunnossapidosta tehtaiden ja laitosten parannuksiin ja varaosiin. Yrityksen teknologiatarjonnan muodostavat sellutehtaat, kartongin-, paperin- ja pehmpaperinvalmistuslinjat sekä bioenergiaa tuottavat voimalaitokset. (Valmet lyhyesti, N.d.)

Valmetin liikevaihto oli vuonna 2015 noin 2,93 miljardia euroa. Kuviossa 1 näkyy, miten liikevaihto on jakautunut liiketoimintalinjoittain ja alueittain. Vuonna 2015 Valmetilla oli yli 12 000 työntekijää ympäri maailmaa yli 30 maassa. Yrityksen pääkonttori sijaitsee Espoossa. (Vuosikatsaus\_2015, N.d.)

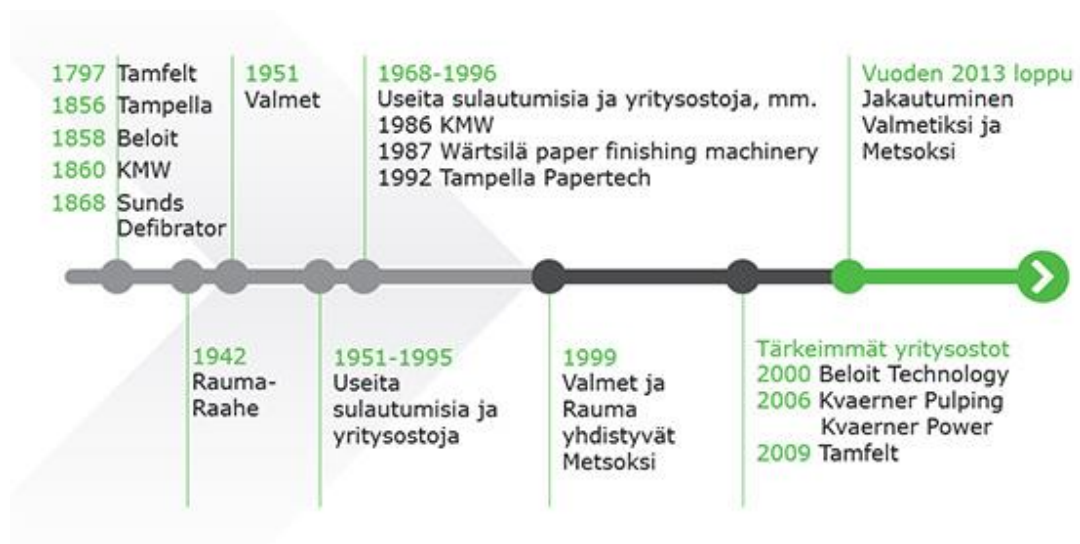


Kuvio 1. Valmetin liikevaihdon jakautuminen vuonna 2015 (Vuosikatsaus\_2015)



## 2.1 Historia

Useat Suomen valtion omistamat metallitehtaat yhdistyivät Valtion Metallitehtaiksi vuonna 1946. Viisi vuotta myöhemmin vuonna 1951 Valtion Metallitehtaat vaihtoi nimensä Valmet Oy:ksi. Yhtiön tuotevalikoima oli tuohon aikaan hyvin laaja ja valikoimaan kuuluivat esimerkiksi laivat, lentokoneet, aseet, veturit, traktorit, laivamoottorit, hissit sekä paperikoneet. Paperikoneiden valmistuksen Valmet aloitti Rautpohjassa 50-luvun alussa. Ensimmäisen paperikoneensa Valmet toimitti vuonna 1953. Kuviossa 2 näkyvät Valmetin historian tärkeimmät tapahtumat. (Historia, N.d.)



Kuvio 2. Valmetin historian tärkeimmät tapahtumat (Historia, N.d.)

1980-luvulla Valmet ryhtyi panostamaan paperikoneisiin ja niihin liittyvään teknologiaan. Vuonna 1999 paperi- ja kartonkikonevalmistaja Valmet sekä kuituteknologiaan, kivenmurskaukseen ja virtauksensäätöratkaisuihin keskittynyt Rauma yhdistyivät. Aluksi uusi yritys sai nimekseen Valmet-Rauma Oyj, mutta nimi muutettiin nopeasti Metso Oyj:ksi. (Mt.)

2000-luvulla Metso teki merkittäviä yritysostoja massa-, paperi- ja voimantuotantoliiketoiminnoissa. Metso osti mm. Beloit Corporationin pehmopaperin- ja paperinvalmistusteknologian sekä sen Yhdysvaltojen ja Ranskan

palvelutoiminnot, norjalaisen Aker Kvaerner ASA:n Pulping- ja Power –liiketoiminnot sekä Tamfelt Oyj:n, joka oli yksi maailman johtavista teknisten tekstiilien toimittajista. (Mt.)

Metso Oyj jaettiin ylimääräisen yhtiökokouksen päätöksestä vuonna 2013 kahdeksi erilliseksi pörssiyhtiöksi; Metsoksi ja Valmetiksi. Valmet muodostui Massa, Paperi ja Voimantuotanto –liiketoiminnoista. Metsoon jäivät Kaivos- ja maarakennus sekä Automaatio –liiketoiminnot. Vuonna 2015 Valmet osti Metsolta Prosessiautomaatiojärjestelmät –liiketoiminnan, josta tuli Valmetin neljäs liiketoimintalinja. (Mt.)

## 2.2 Valmetin liiketoiminta

Valmetin liiketoiminta on jaettu viiteen maantieteelliseen alueeseen sekä neljään liiketoimintalinjaan. Maantieteelliset alueet ovat Pohjois-Amerikka, Etelä-Amerikka, EMEA (Eurooppa, Lähi-Itä ja Afrikka), Kiina sekä Aasia ja Tyynenmeren alue. Liiketoimintalinjat ovat Palvelut, Sellu ja energia, Paperit sekä Automaatio. (Liiketoiminnat, N.d.)

Palvelut-liiketoimintalinjaan kuuluvat muun muassa kaikki tehdasparannukset, tela- ja verstaspalvelut, vara-, kulutus- ja vaihto-osat, sekä elinkaaripalvelut. Yli puolet maailman sellu- ja paperitehtaista ostavat vuosittain erilaisia palveluita Valmetilta. Sellu ja energia-linja tarjoaa teknologiaa biomassan jalostukseen sekä sellun ja energian tuotantoon. Selluprojektit voivat vaihdella yksittäisistä laitetoimituksista kokonaiseen tehdaslinjojen toimituksiin. Paperit-liiketoimintalinja toimittaa kokonaisia kartonki-, paperi- ja pehmopaperikoneita sekä niihin liittyviä laitteita ja koneuudistuksia. Automaatio-linjaan kuuluu erilaisia automaatoratkaisuja, jotka vaihtelevat yksittäisistä mittauksista koko tehtaan kattavin automaatiojärjestelmiin. (Mt.)

Valmetin asiakkaat kuuluvat pääasiassa massa- ja paperiteollisuuteen, mutta myös muuhun teollisuuteen, kuten prosessiteollisuuteen, energiantuotantoon, meriteollisuuteen sekä öljy- ja kaasuteollisuuteen. (Mt.)

Valmet on viime vuosikymmenenä keskittynyt kehittämään erityisesti Palveluliiketoimintalinjaansa, josta onkin kasvanut yrityksen tuottavin liiketoimintalinja. Tämä opinnäytetyö ja telojen on site –huollot kuuluvat kyseiseen liiketoimintalinjaan.

### **3 Opinnäytetyön lähtökohdat**

#### **3.1 On site -huollon kehittäminen**

Tutkittava ongelma tässä opinnäytetyössä liittyy hydraulisesti taipumakompensoidun eli CC-telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviyn testaamiseen. Tehtävänä on kehittää testaustapa, jonka voi suorittaa työmaalla telan ollessa irti koneesta. Telassa on niin sanottu kenkä, jota mäntä nostaa hydraulisesti (hydrostaattisesti tai hydrodynaamisesti) painaen kenkää telan vaipan sisäpintaa vasten. Tela toimii siis suurilta osin hydraulisesti, eikä se kestä esimerkiksi tiivisteiden vuotoja.

Telan on site -huoltoon kuuluu useiden telan tiivisteiden tarkastus ja vaihto. Aikaisemmin kuormituskengän tiivisteiden tiiviyttä ei ole voitu tarkistaa työmaalla, ennen kuin tela on asennettu huollon jälkeen takaisin koneeseen ja sille on tehty koeajo. Jos tällöin on havaittu vuotoa, tela on jouduttu pysäyttämään ja nostamaan uudestaan irti koneesta. Tela on viety telan huoltopaikalle, jossa telaa on purettu tarpeen mukaan, tiivisteet tarkastettu ja mahdollisesti vaihdettu uudestaan. Sen jälkeen tela on koottu ja asennettu takaisin koneeseen. Tähän kuluu useita ylimääräisiä huoltotunteja.

Tiiviiden testaus huollon yhteydessä telan huoltopaikalla auttaa ja nopeuttaa huomattavasti vuotojen havaitsemista ja niiden korjausta. Vahingoittuneet tai väärin asennetut tiivisteet saadaan vaihdettua ja vuoto korjattua nopeasti, eikä aikaa kulu turhaan, kuten aikaisemmassa testaustavassa.

Toinen huollon kehittämiseen liittyvä tehtävä on työmaavalvojan käyttöön tulevan tarkastuslistan luominen. Listaan merkitään huollossa suoritettut työt, mittaukset ja tarkastukset. Lopuksi lista palautetaan asiakkaalle työmaavalvojan kommentteilla varustettuna.

### 3.2 Esitysmateriaalit

Valmetin suunnitelmana on aloittaa taipumakompensoitujen telojen on site -huoltojen säännöllinen suorittaminen vuoden 2016 aikana. Tätä ennen Valmet on tehnyt vain muutamia on site -huoltoja näille teloille. Aikaisemmin näitä teloja on Valmetin toimesta huollettu pääasiassa Valmetin Rautpohjan toimipisteen telahuoltohallissa, joten huoltoon tulevat telat on jouduttu lähettämään maailmalta Jyväskylään. Lähetyskustannukset isoille ja painaville teloille ovat erittäin suuret. Myös aikaa kuluu turhaan telojen lähetyskiin ja kuljetuksiin. Tehtävänä tässä työssä on luoda CC-telojen on site -huolloista esitysmateriaaleja, joissa esitellään tarkasti huollon sisältö.

Esitysmateriaaleja tullaan esittämään Valmetin asiakkaille telahuoltojen markkinointitarkoituksissa. Tavoitteena on, että ne auttavat Valmetia myymään erilaisia on site -huoltoja ja modifikaatioita myös näille telatyypeille. On site -huoltojen ansiosta Valmetin asiakkaat saavat huolletut telat takaisin koneeseen nopeammin ja edullisemmin kuin ennen.

## 4 Kunnossapito

SFS-EN 13306:2010 –standardi määrittelee kunnossapidon seuraavalla tavalla:

*”Kaikki koneen elinjakson aikaiset tekniset, hallinnolliset ja liikkeenjohdolliset toimenpiteet, joiden tarkoituksena on ylläpitää tai palauttaa koneen toimintakyky sellaiseksi, että kone pystyy suorittamaan halutun toiminnon.”*

Kunnossapito on yrityksen hankkimien koneiden hallintaa sekä niiden tuottokyvyn ylläpitämistä, säätämistä, säilyttämistä ja kehittämistä. Kunnossapitohenkilöstö suorittaa vaativimmat kunnossapidolliset toimenpiteet. Käyttöhenkilöstö vastaa koneiden oikeasta ja ammattitaitoisesta käytämisestä sekä valvoo koneidensa toimintakuntoa ja -edellytyksiä. (Järviö & Lehtiö 2012, 17-19)

### 4.1 Kunnossapidon kehittyminen

Varhainen kunnossapito oli pääasiassa vain kaksinkertaista varmistamista, vian korjausta ja huoltoa. Kunnossapito on kehittynyt huolehtimaan koneiden ja laitteiden luotettavuudesta ja tehokkaasta toiminnasta, eikä se ole enää vain korjaava toimenpide. (Järviö & Lehtiö 2012, 21)

Niin sanotun ensimmäisen sukupolven kunnossapidolle, joka alkoi 1940-luvulla, tyypillistä oli, että koneet olivat hyvin yksinkertaisia ja ylimitoitettuja. Niiden vikaantumiset olivat yleisesti ajasta riippuvia. Vian etsiminen ja korjaus olivat helppoja toimenpiteitä yksinkertaisissa koneissa. Ennakoivaan kunnossapitoon kuului pääasiassa vain puhdistus, säätäminen ja voitelu, joten huoltohenkilöstön tarvittava osaamistaso oli suhteellisen matala. (Mts. 21)

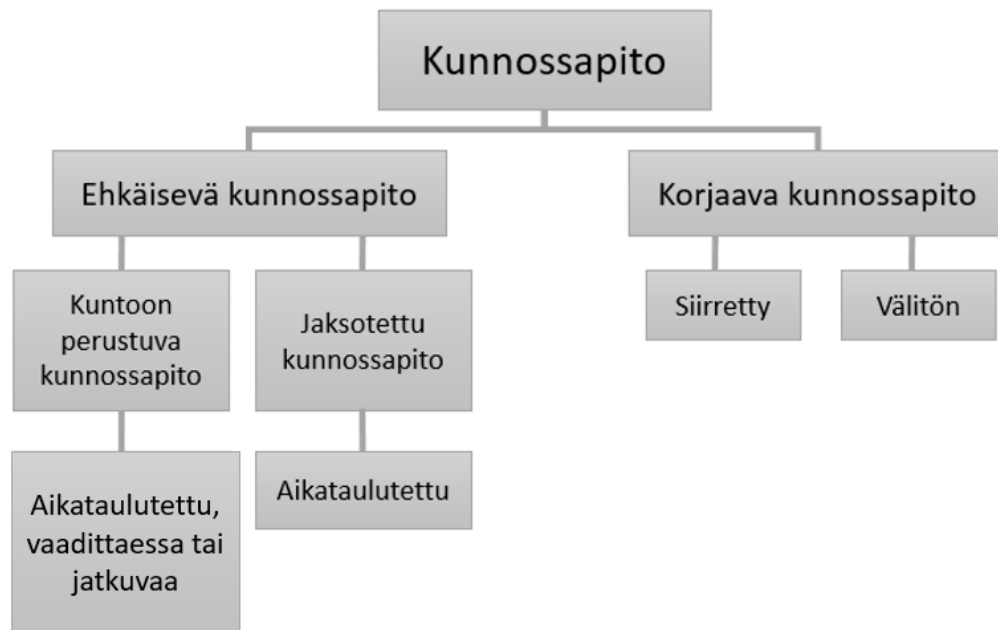
Kunnossapidon toinen sukupolvi alkoi toisen maailmansodan jälkeen ja kesti aina 1970-luvulle asti. Teollisuuden kiristynyt kilpailutilanne aiheutti sen, että yritysten kannattavuus oli riippuvainen koneiden tehokkaasta ja luotettavasta toiminnasta. Monimutkaisemmat koneet vaativat enemmän kunnossapitoa ja hallittavuutta. Tästä tuloksena kehittyi ehkäisevä kunnossapito, jota tehtiin aluksi vain ennalta määritellyissä jaksoissa. Kunnossapidon kustannukset kasvoivat, jolloin kunnossapidon tarkemman suunnittelun ja johtamisen avulla pyrittiin laskemaan resurssien käytön kustannuksia matalemmalle. (Mts. 21-22)

Kolmas sukupolvi käynnistyi 1970-luvulla, jolloin käyttövarmuusvaatimukset nousivat selvästi ylöspäin. Koneiden tehokkuuden ja luotettavuuden merkitys teollisuudessa kasvoi entisestään, kun koneiden mekanismien määrä ja automaatio lisääntyivät. Globalisoituminen ja maailmankaupan vapautuminen johtivat siihen, että kunnossapidon paikallisuuden merkitys, joka oli aiemmin tärkein kilpailutekijä, on vaihtunut laatuun, osaamiseen, hintaan ja toimituslupausten pitämiseen. (Mts. 22)

Mikroelektroniikka ja IT-teknologia synnyttivät kunnossapidon neljännen sukupolven 1990-luvulla. Tuotantokoneiden, testauslaitteiden ja työkalujen hinnat ovat nousseet teknologian kehittyessä. Samaan aikaan kuitenkin uuden teknologian tuotteiden elinkaaret ovat huomattavasti lyhentyneet. Kunnossapitäjien osaamisvaatimukset ovat nousseet ja asiantuntemus on nykyaikana erityisen tärkeää. (Mts. 23)

## 4.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapitolajit voidaan jaotella monella eri tavalla. Esimerkiksi standardi SFS-EN 13306:2010 jaottelee kunnossapitolajit ehkäisevään kunnossapitoon ja korjaavaan kunnossapitoon, jotka jaetaan vielä eri alalajeihin (ks. kuvio 3).



Kuvio 3. Kunnossapitolajit standardin SFS-EN 13306:2010 mukaan

Kunnossapitolajit määritellään taulukossa 1 standardin SFS-EN 13306:2010 mukaisesti.

Taulukko 1. Kunnossapitolajien määrittely (SFS-EN 13306:2010)

Ehkäisevä kunnossapito	Määrätyin välein tai suunniteltujen kriteerien täytyessä suoritettu kunnossapito, jolla pienennetään vikaantumisen todennäköisyyttä tai kohteen toiminnan heikkenemistä
Jaksotettu kunnossapito	Ehkäisevää kunnossapitoa, joka tehdään ennalta määritettyjen aikajaksojen tai käytön määrän mukaan, mutta ilman edeltävää toimintakunnon tutkimusta
Kuntoon perustuva kunnossapito	Ehkäisevä kunnossapito, johon sisältyy kunnonvalvontaa ja/tai tarkastamista ja/tai testausta, tulosten analysointi sekä näiden synnyttämä kunnossapito
Ennakoiva kunnossapito	Kuntoon perustuvaa kunnossapitoa, jonka tehtävät perustuvat toistuviin analyyseihin tai tiedettyjen ilmiöiden pohjalta tehtyihin ennusteisiin, ja merkittäviin kohteen toimintakunnon heikkenemistä kuvaaviin muuttujiin
Korjaava kunnossapito	Kunnossapitoa, jota tehdään vian havaitsemisen jälkeen tavoitteena saattaa kohde tilaan, jossa se voi toteuttaa vaaditun toiminnon
Siirretty korjaava kunnossapito	Korjaavaa kunnossapitoa, jota ei suoriteta välittömästi vian havaitsemisen jälkeen, vaan sitä viivästytetään annettujen ohjeiden mukaisesti

Välitön korjaava kunnossapito	Korjaavaa kunnossapitoa, joka suoritetaan heti vian havaitsemisen jälkeen, jotta välttyttäisiin kohtuuttomilta seurauksilta
Aikataulutettu kunnossapito	Kunnossapitoa, joka tehdään määritetyn aikataulun tai käytön määrän mukaan
Etäkunnossapito	Kohteen kunnossapito tehdään ilman, että henkilöstöllä on pääsyä kohteeseen
Käynninaikainen kunnossapito	Kunnossapito tehdään kohteen käydessä ja ilman vaikutusta sen toimintaan
Kenttäkunnossapito	Kunnossapitoa, joka suoritetaan laitteen tavanomaisella sijaintipaikalla
Käyttäjäkunnossapito	Käyttöhenkilöstön suorittama kunnossapito
Kunnossapidon taso	Kunnossapitotehtävien luokittelu monimutkaisuuden perusteella
Kunnossapidon ulkoistaminen	Yrityksen kunnossapidon tai sen osan sopimus pohjainen hankinta ulkopuoliselta toimijalta määritellyksi ajaksi

#### 4.3 Kunnossapidon tavoitteet

Korkea tuotannon kokonaistehokkuus on yksi kunnossapidon keskeisistä tavoitteista. Tuotannon kokonaistehokkuus on kohteen käytettävyyden, toiminta-asteen ja laatukertoimen tulo. Toinen kunnossapidon tärkeä tavoite on hyvä käyttövarmuus. (Järviö & Lehtiö 2012, 59)

Käytettävyys ilmaisee kohteen kyvyn olla tilassa, jossa se kykenee suorittamaan vaaditun toiminnon tietyissä olosuhteissa. Käytettävyys jakautuu toimintavarmuuteen, kunnossapidettävyyteen sekä kunnossapitovarmuuteen. Toimintavarmuus kuvaa kohteen kykyä suorittaa vaadittu toiminto määrättyissä olosuhteissa vaaditun ajanjakson ajan. Kunnossapidettävyyden tarkoittaa kohteen kykyä olla pidettävissä tilassa tai palautettavissa tilaan, jossa se pystyy suorittamaan vaaditun toiminnon. Kunnossapitovarmuus kuvaa kunnossapito-organisaation kykyä suorittaa koneelle vaadittu kunnossapitotoimenpide. (Mts. 54-56)

Toiminta-aste kertoo tuotantotoiminnan tehokkuuden, jota mitataan tuotantomäärillä. Siinä lasketaan kuinka suuri osa teoreettisesta maksimituotannosta



on toteutunut. Laatukerroin ilmaisee siis sen, kuinka suuri osa tuotteista on laadultaan tarpeeksi hyvää markkinoille ja kuinka paljon hylkyä on syntynyt. (Mts. 59)

Käyttövarmuus tarkoittaa kohteen kykyä toimia vaadittaessa vaaditulla tavalla. Käyttövarmuus sisältää käytettävyyden ja siihen vaikuttavat tekijät, jonka takia käytettävyyys ja käyttövarmuus ovat hyvin lähellä toisiaan. (Mts. 54)

#### 4.4 Kunnossapidon organisoituminen

Kunnossapidon merkityksen kasvaessa nykypäivänä, myös kunnossapito-organisaatiot ovat muuttuneet. Kunnossapidon toimintamalleja on useita ja ne ovat aina yrityskohtaisia. Oikean toimintamallin valintaan vaikuttavat muun muassa yrityksen koko, kunnossapitostrategia sekä ulkopuolisten palveluiden saatavuus. Kunnossapidon yleisimmät toimintamallit ovat keskitetty kunnossapito, hajautettu kunnossapito sekä kunnossapidon osto palveluna ulkopuoliselta toimijalta. Kaikissa näissä toimintamalleissa on omat hyvät ja huonot puolensa. (Kunnossapito, menestystekijä. N.d.)

Keskitetty kunnossapito toimii omana erillisenä organisaationaan. Tämän toimintamallin hyvinä puolina voidaan pitää yhtenäisiä helposti siirreltäviä työvoimaresursseja sekä kunnossapitohenkilöstön osaamista, kehittämistä ja erilaisten koulutusten järjestämistä. Keskitetyn kunnossapitoryhmän johtaminen, seuranta ja tiedonhallinta ovat myös helpompia kuin muiden kunnossapidon toimintamallien. Huonoja puolia keskitetyssä kunnossapidossa ovat muun muassa isoille organisaatioille tyypilliset hitaus ja tehottomuus. (Mt.)

Hajautetussa toimintamallissa kunnossapito-organisaatio toimii tuotannon alaisuudessa omana alayksikkönään. Etuna tässä toimintamallissa on nopea ja joustava palvelu. Varjopuolina voidaan pitää päällekkäisresurssoinnin vaaraa sekä kapasiteetin joustamattomuutta. (Mt.)

Kunnossapito voidaan ostaa myös palveluna ulkopuoliselta toimijalta. Palveluina voidaan ostaa esimerkiksi kunnossapidon erityisosaamista tietyille laitteille, kunnossapitohenkilöstöä kapasiteettihiippujen tasaukseen tai jopa koko kunnossapito-organisaation ostaminen. Kunnossapidon ostamisessa palveluna on monia etuja. Kunnossapidon kustannuksista voidaan säästää kilpailuttamisen kautta. Lisäksi resursseista maksetaan ainoastaan silloin, kun niille on käyttöä. Ulkoiselta toimijalta ostettaessa kunnossapitohenkilöstön osaaminen on yleensä luotettavaa. Huonoja puolia tässä toimintamallissa ovat esimerkiksi aikaviiveiden syntyminen kriittisissä tilanteissa, kunnossapitäjien heikko kokonaistuntemus tuotantolaitoksen toiminnasta sekä yhteistyöongelmien esiintyminen asiakkaan ja kunnossapidon toimittajan välillä. (Mt.)

## **5 Hydraulijärjestelmä**

### **5.1 Toimintaperiaate**

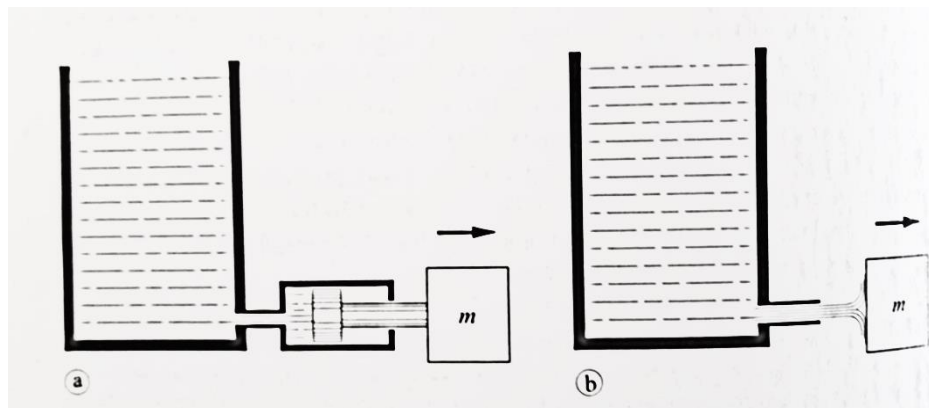
Hydraulijärjestelmät muuntavat järjestelmälle annettavan mekaanisen tehon hydrauliseksi, siirtävät sen haluttuun kohteeseen ja muuntavat sen takaisin mekaaniseksi tehoksi kohteen käytettäväksi. Hydraulijärjestelmissä tehoa siirtävänä aineena on neste, jonka tehon määrittävät käytettävän nesteen paine ja tilavuusvirta. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 1)

Muihin tehonsiirtotapoihin verrattuna hydraulijärjestelmien etuina ovat muun muassa komponenttien hyvät teho-painosuhteet sekä suunnittelun vapaus. Fyysiseltä kooltaan pienien komponenttien ansiosta hydraulijärjestelmät tarvitsevat selvästi pienemmän tilan kuin muut perinteiset tehonsiirtojärjestelmät. Teho siirretään putkien ja letkujen avulla sopivinta reittiä pitkin käyttökohteeseen eikä suunnittelija ole näin ollen sidoksissa mihinkään tiettyyn tehonsiirtorataan. (Mts. 1)

Hydrauliikkaa käytetään laajasti teollisuudessa esimerkiksi työstökoneissa, puristimissa, paperikoneissa, junissa, lentokoneissa sekä laivoissa. Kaikissa sovelluskohteissa on omat vaatimuksensa tehonsiirtoon ja sen säätöön liittyen. Järjestelmän käyttöolot vaikuttavat muunmuassa komponenttien, väliaineiden sekä materiaalien valintaan. (Mts. 2)

## 5.2 Hydromekaniikka

Hydromekaniikka on virtausopin osa-alue, johon kuuluvat hydrostaatiikka ja hydrodynamiikka. Tehonsiirto hydraulijärjestelmissä voi tapahtua joko hydrostaattisten tai hydrodynaamisten siirtomekanismien avulla (kuvio 4). Hydrostaattisessa siirtomekanismissa siirrettävä energia tuotetaan potentiaali- eli paine-energialla. Hydrodynaamisessa tehonsiirrossa energia siirretään nesteen kineettisen energian eli liike-energian avulla. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 4)



Kuvio 4. Hydrostaattinen (a) ja hydrodynaaminen (b) järjestelmä (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 4)

Hydrostaatiikassa tarkastellaan ulkoisten voimien alaisten nesteiden tasapainotiloja. Hydrostaatiikan yhtälöt ovat tarkat vain ideallisella nestellä, joka olisi massatonta,

kitkatonta sekä kokoonpuristumatonta. Tällaisella nesteellä saavutettaisiin häviötön hydraulijärjestelmä. Todellisuudessa nesteet kuitenkin aiheuttavat aina häviöitä järjestelmään, mutta voidaan olettaa, että hydrostaatiikan lait pätevät tarpeeksi tarkasti myös todellisiin nesteihin. Hydrostaatiikassa nesteen oletetaan käyttäytyvän kuin kiinteä kappale. (Mts. 13)

Hydrodynamiikassa tarkastellaan nesteiden virtausta sekä otetaan huomioon niiden massat, kitkat sekä kokoonpuristuvuudet. Hydrodynamiikassa myös nesteen viskositeetilla, virtaustyyppillä sekä tilavuusvirralla on suuri merkitys. (Mts. 23)

Nesteen viskositeetti vaikuttaa järjestelmän hyötysuhteeseen ja toimivuuteen. Liian suuresta viskositeetista seuraa suuri virtausvastus, jolloin pelkkä nesteen siirtyminen järjestelmässä vaatii suuren tehon. Lisäksi se heikentää komponenttien voitelua, koska jäykkä neste ei pääse tunkeutumaan komponenttien voiteluväläyksiin. Liian pieni viskositeetti aiheuttaa järjestelmän vuotojen kasvun, koska neste on liian juoksevaa ja se tunkeutuu pienistäkin väleistä ulos järjestelmästä. Lisäksi liian pieni viskositeetti lisää osien kulumista, koska neste ei pysty muodostamaan tarpeeksi paksua voitelukalvoa järjestelmän liikkuvien osien välille. (Mts. 27)

Virtaustyyppi vaikuttaa järjestelmän nesteiden virtaus- eli siirtohäviöihin. Virtauksen tulisi olla mahdollisimman tasaista ja pyörteetöntä, jotta häviöt olisivat mahdollisimman pieniä. Virtaus voi olla joko laminaarista eli kerrosmaista virtausta tai turbulენტtista eli pyörteellistä virtausta. Laminaarisessa virtauksessa kaikki nestehiukkaset liikkuvat samansuuntaisesti. Virtausnopeuden kasvaessa nesteeseen alkaa muodostua pyörteitä. Kun virtausnopeus kasvaa edelleen, pyörteily lisääntyy ja lopulta virtaus muuttuu turbulენტtiseksi. Laminaarisen virtauksen muuttuminen turbulენტtiseksi riippuu virtausnopeudesta, hydraulisesta halkaisijasta sekä viskositeetista. (Mts. 27-29)

## 5.3 Hydraulinesteet

Hydraulinesteen tehtävänä on tehon välittäminen toimilaitteelle. Sen lisäksi nesteellä on myös järjestelmän huoltoon ja ylläpitoon liittyviä tehtäviä, kuten liikkuvien osien voitelu, järjestelmän jäähdytys, korroosion esto sekä järjestelmästä irronneiden epäpuhtauksien kuljettaminen suodattimeen tai säiliöön. Hydrauliikkaa sovelletaan paljon erilaisissa olosuhteissa, joten oikean hydraulinesteen löytäminen on tärkeää. Valtaosa järjestelmien häiriöistä johtuu kohteeseen sopimattoman tai epäpuhtaan nesteen käytöstä. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 112)

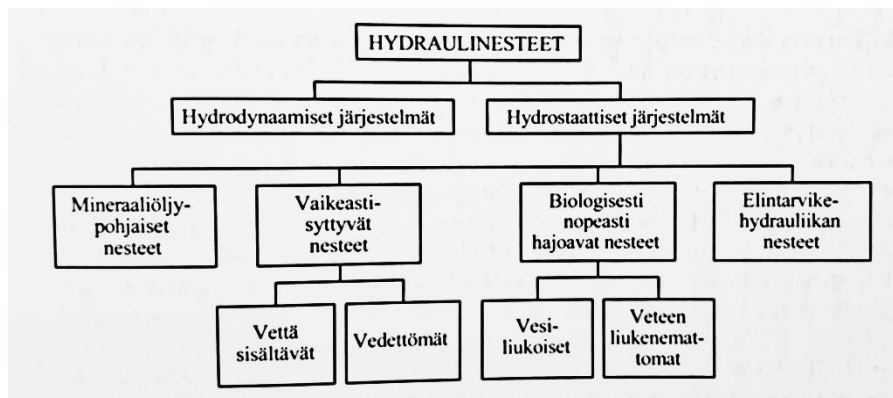
### 5.3.1 Lisäaineistus

Sopivin neste ei välttämättä ole vielä ominaisuuksiltaan riittävän hyvää, joten perusnestettä on parannettava lisäämällä siihen kemiallisia aineita eli lisäaineita. Lisäaineet vaikuttavat nesteen ominaisuuksiin ja sisäisiin ilmiöihin sekä nesteen ja sitä ympäröivien pintojen välisiin ilmiöihin ja ominaisuuksiin. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 113-114)

Voimakas lisäaineistus aiheuttaa yleensä nesteen nopeamman vanhenemisen, jolloin nesteen vaihtoväli lyhenee. Perusnesteen tulisi olla siis riittävän laadukasta, jotta lisäaineita tarvittaisiin mahdollisimman vähän. (Mts. 114)

### 5.3.2 Nestetyypit

Hydraulinesteet voidaan jakaa hydrodynaamisissa ja hydrostaattisissa järjestelmissä käytettäviin nesteisiin. Hydrodynaamisten järjestelmien nesteet voidaan jakaa automaattivaihteistoissa ja kytkimissä sekä muuntimissa käytettäviin nesteisiin. Hydrostaattisissa järjestelmissä käytettävät nesteet voidaan jakaa kuvion 5 mukaisesti mineraaliöljypohjaisiin, vaikeasti syttyviin, biologisesti nopeasti hajoaviin sekä elintarvikehydrauliikan nesteisiin. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 114)

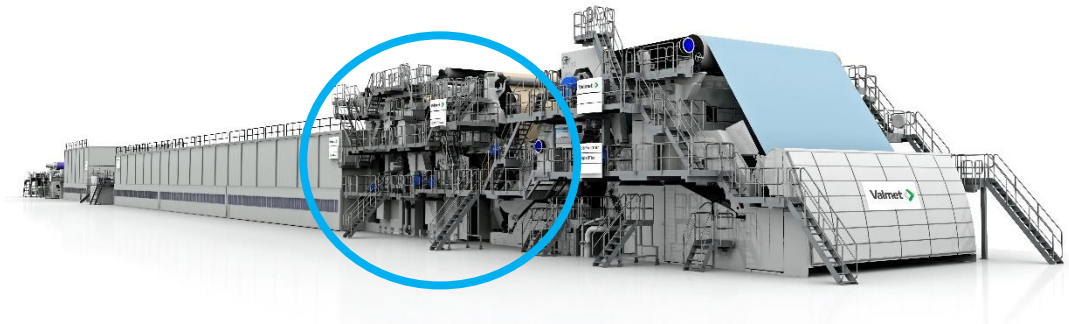


Kuvio 5. Hydraulinesteiden jako eri tyyppeihin (Kauranne, Kajaste & Vilenius 2013, 114)

Mineraaliöljypohjaisia nesteitä käytetään esimerkiksi terästehtaissa, puristimissa ja ruiskuvalukoneissa. Vaikeasti syttyvien nesteiden käyttökohteita ovat muunmuassa kaivos- ja terästeollisuus sekä teollisuushydrauliikka yleisesti. Biologisesti nopeasti hajoavat nesteet ovat ympäristöystävällisiä ja niitä käytetään yleisesti hydrostaattisissa järjestelmissä. Elintarviketeollisuuden nesteitä käytetään järjestelmissä, joissa syntyy kosketuksia elintarvikkeiden ja hydraulinesteiden välillä. (Mts. 115-119)

## 6 Paperikoneen puristinosa

Paperikoneen puristinosa sijaitsee paperikoneen viiraosan ja kuivatusosan välissä. Puristinosa näkyy kuviossa 6 merkittynä sinisellä ympyrällä. Viiraosalle vesi-paperimassa-seos suihkutetaan tasaisena suihkuna perälaatikosta, joka on paperikoneen ensimmäinen osa. Viiraosan tarkoituksena on saada paperin kuidut levittäytymään tasaisesti paperia kuljettavalle viiralle sekä poistaa vettä massasta. Massan vesipitoisuus perälaatikolta tullessa on paperilajista ja konetyypistä riippuen noin 99 % ja viiraosan jälkeen noin 80 %.



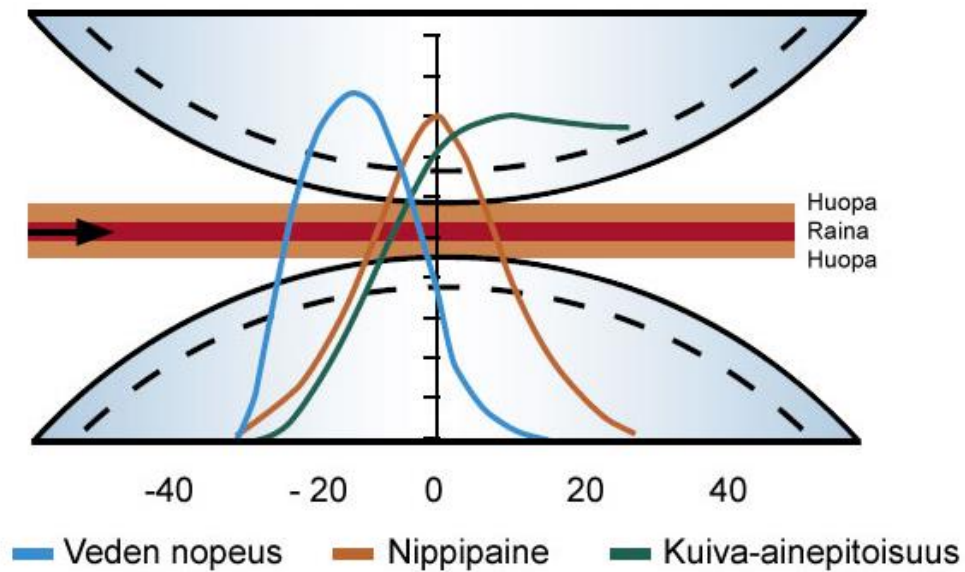
Kuvio 6. Paperikone (Valmet Media Bank)

Puristinosan jälkeen paperikoneeseen kuuluu kuivatusosa, jossa paperi kuivataan lopulliseen kuiva-ainepitoisuuteensa. Kuivatusosan jälkeen tulee paperilajista riippuen erilaiset paperin jälkikäsittelyt sekä paperin leikkaukset ja rullaukset, joissa muodostetaan asiakkaiden vaatimusten mukaiset paperirullat ja -arkit.

## 6.1 Puristinosan tehtävä ja toiminta

Lyhyesti sanottuna paperikoneen puristinosan tehtävänä on poistaa vettä pois rainasta sekä samalla tiivistää rainaa. Rainaksi kutsutaan vesi-paperimassa –seosta, josta suurin osa on vettä. Tiivistys auttaa rainaa saavuttamaan tarpeeksi suuren märkälajuuden, jotta raina ei katkea puristinosalta kuivatusosalle siirryttäessä. Ennen puristinosaa rainassa on vettä noin 80 % ja kuivatusosalle siirryttäessä vettä on paperilajista ja puristinosasta riippuen noin 45-65 %. (Paperikoneen puristinosan tehtävät. N.d.)

Puristinosalla vettä poistetaan rainasta puristamalla rainaa mekaanisesti kahden telan välissä. Kuviossa 7 näkyy, miten vesi poistuu rainasta nipin avulla. Kahden telan väliin jäävää puristusta kutsutaan nipiksi. Nipin voimakkuus, jota mitataan viivapaineella ja jonka yksikkö on kilonewtonia metriä kohden (kN/m), riippuu telojen puristusvoimasta sekä pinnoitteen kovuudesta. (Mt.)



Kuvio 7. Veden poistuminen nipissä (KnowPap)

Puristinosassa käytetään paperilajista ja puristinosasta riippuen useita nippejä. Ensimmäiset puristukset paperirainan tullessa viiraosalta ovat kevyitä, ettei raina rikkoudu puristuksen vaikutuksesta. Kun rainan vesipitoisuus pienenee ja lujuus kasvaa, nippivoimia voidaan kasvattaa. Yleensä nippejä on puristinosassa 2-4 kappaletta. (Mt.)

Puristus vaikuttaa merkittävästi moniin valmiin paperin ominaisuuksiin. Sen takia puristinosan ominaisuudet, kuten puristingeometria, telat ja niiden pinnoitteet, huovat sekä nippivoimat, ovat tärkeää valita käytetyn paperilajin mukaan. Puristus vaikuttaa paperin laatuominaisuuksista seuraaviin asioihin:

- Paperin sileys ja sen symmetria
- Hienoainejakauma
- Pintalujuus
- Kosteus ja kosteusprofiilit
- Huokoisuus
- Bulkki. (Mt.)



## 6.2 Puristintyytit

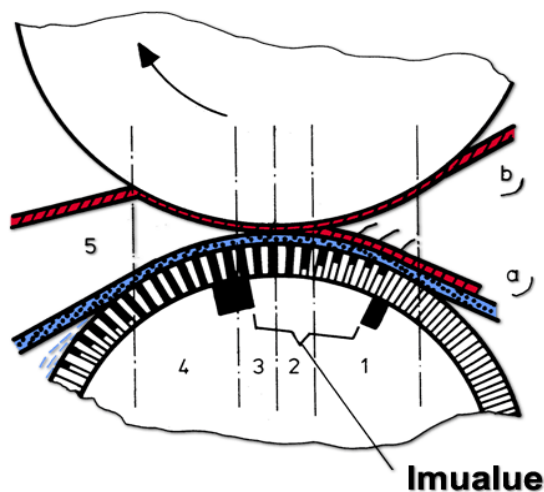
Nippityyppejä on viittä erilaista, joita ovat sileä puristin, imupuristin, onsipintapuristin, kaksoishuopapuristin sekä kenkäpuristin. Nykyiset puristinosat koostuvat näiden nippityyppien yhdistelmästä. (Nippirakenteet. N.d.)

### Sileä puristin

Sileäksi puristimeksi kutsutaan sellaista puristinta, jossa rainan molemmilla puolilla on nimensä mukaisesti sileät telat. Huovan puoleinen teta on normaalisti päällystetty kumilla nippivoimien pidentämiseksi ja pehmentämiseksi. Sileää puristinta ei käytetä ajonopeudeltaan korkeilla koneilla, koska vedenpoisto on sileällä puristimella heikkoa. Sileää puristinta voidaan käyttää puristimen jälkeisessä tasauspuristimessa, jossa se tuo paperille paremman pinnanlaadun. (Mt.)

### Imupuristin

Imupuristimessa huovan puoleinen teta on imuteta. Telassa olevat imureiät muodostavat tilan, jonne rainassa oleva vesi poistuu puristuksen ja imun ansiosta. Imu syntyy telan sisällä olevasta alipaineesta. Imutelassa vettä ei juurikaan siirry telan sisään, koska pyörimisestä aiheutuva keskipakovoima on suurempi kuin imuvoima. Imupuristimen nippi näkyy kuviossa 8. (Mt.)

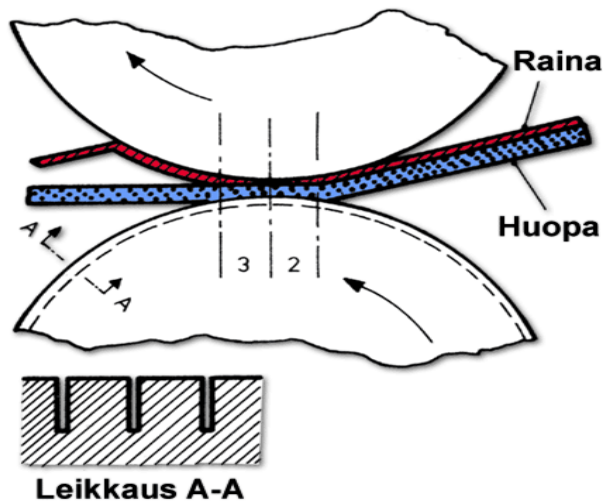


Kuvio 8. Imupuristimen nippi (KnowPap)

Usein imutelan reikäkuvio voi olla liian harva, jolloin imukuvio voi näkyä markkeerauksena valmiissa paperissa. Pinnoitetuille imuteloille voidaan porata ylimääräisiä reikiä tai urittaa pinnoite, joka pienentää telan reikäkuviota. (Mt.)

#### Onsipintapuristin

Onsipintapuristimessa huovan puoleiseen telaan on tehty uria, joihin vesi poistuu ja virtaa pois nipistä. Nopeissa koneissa uritettu tela on hyvin tehokas vedenpoistaja. Uritus voidaan tehdä telan pintaan koneistamalla tai kiertämällä siihen erillinen haponkestävä profiili. Onsipintapuristimissa telan urien koko on merkittävä tekijä. Liian leveissä tai harvoissa urissa vesi ei välttämättä pysy ja ne voivat aiheuttaa markkeerausta paperiin, kun taas liian kapeat urat menevät helpommin tukkoon ja aiheuttavat suuren virtausvastuksen. Uratelan pinta ja urapuristimen nippi näkyvät kuviossa 9. (Mt.)

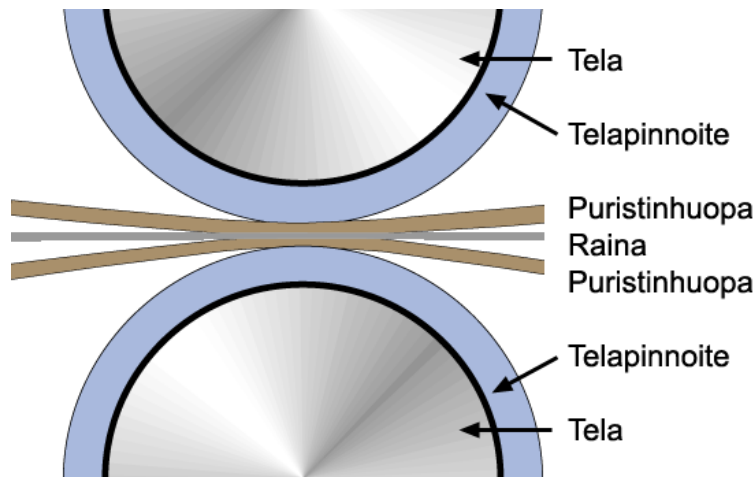


Kuvio 9. Urapuristimen nippi (KnowPap)

#### Kaksoishuopapuristin

Paperirainan tullessa viiraosalta puristinosalle, rainan vesipitoisuus on niin suuri, ettei yhteen suuntaan tapahtuva vedenpoisto riitä. Tästä syystä puristinosan

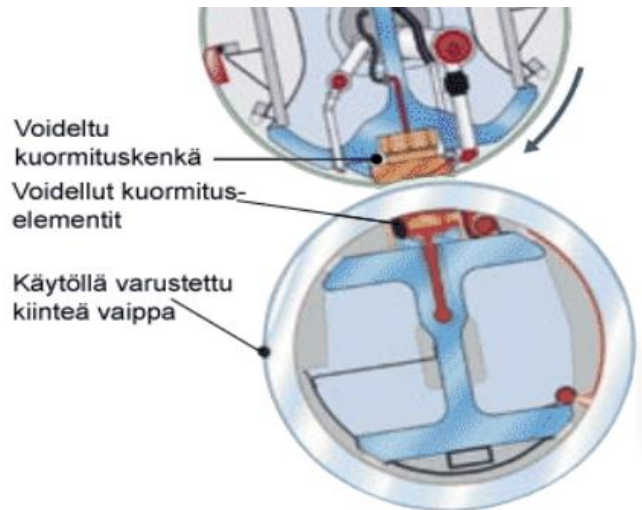
ensimmäinen puristus tehdään usein kaksoishuopapuristimella, jossa vedenpoisto tapahtuu molempiin suuntiin. Vesipitoisuuden ollessa suuri, raina on erittäin helposti rikkoutuvaa. Kaksoishuopapuristimessa raina on kahden huovan välissä, jossa se pysyy kasassa eikä rakenne rikkoudu (ks. kuvio 10). Kaksoishuopapuristimessa käytetään tyypillisesti imutelaä tai uratelaä. (Mt.)



Kuvio 10. Kaksoishuopapuristimen nippi (KnowPap)

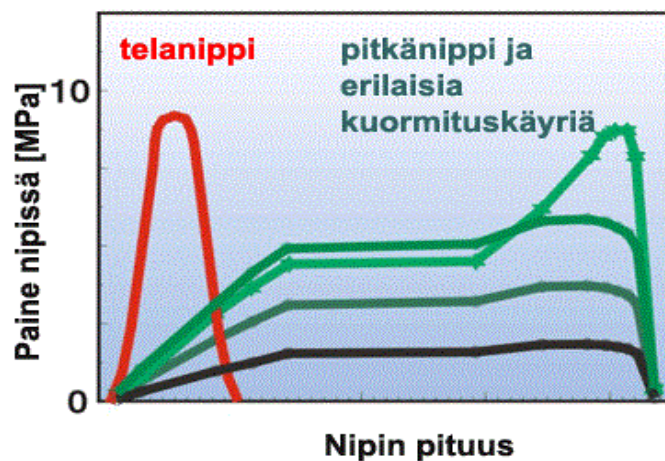
### Kenkäpuristin

Kenkäpuristimen muodostavat taipumakompensoitu vastatela, hydrostaattisella tai hydrodynaamisella kuormituksella varustettu kenkätela sekä rainaa kuljettava huopa. Kenkä on vastatelan kaaren muotoinen, jolloin nippi on lähes koko kengän pituinen. Nipin perusrakenne näkyy kuviossa 11, jossa ylätelana on kenkätela ja alatelana taipumakompensoitu vastatela. (Mt.)



Kuvio 11. Kenkäpuristimen nippi (KnowPap)

Kenkäpuristimissa voidaan käyttää moninkertaisia viivakuormia telapuristimiin nähden. Lisäksi nipin pituus on selvästi tavallista telanippiä suurempi, joka käy hyvin ilmi kuviosta 12. Hydrostaattisen ja hydrodynaamisen kuormituskenkän yhdistelmää, eli niin sanottua hybridikenkää, voidaan käyttää, kun halutaan nipin kasvavan puristuksen loppua kohti. Näin saadaan aikaan telanippiä muistuttava painepulssi, jolloin paineen pudotus voidaan tehdä nopeasti ja paperin jälleenkastuminen on pienempää. (Mt.)



Kuvio 12. Telanipin ja pitkänipin vertailu (KnowPap)

Kenkäpuristimia on olemassa yhdellä ja kahdella huovalla. Kahden huovan mallia käytetään usein silloin, kun kenkäpuristin sijaitsee kohteessa, jossa vesimäärät ovat suuria. Yhden huovan kenkäpuristin on yleensä viimeisenä puristinosalla. Yhdellä huovalla jälleenkastuminen on pienempää ja paperin toinen pinta saadaan sileämmäksi. (Mt.)

### 6.3 CC-telan toiminta lyhyesti

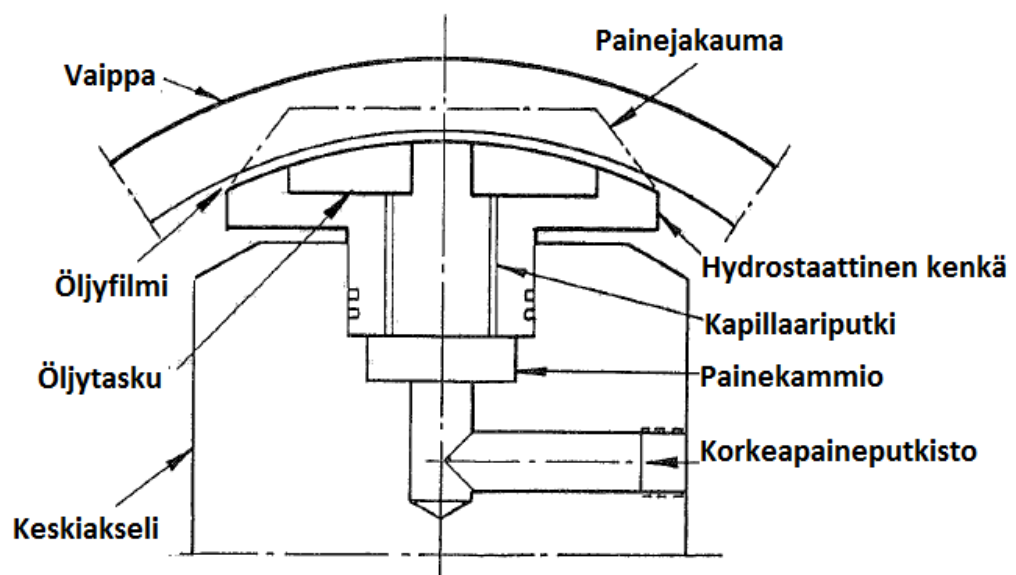
CC-tela (Cross Controlled) on hydraulisesti taipumakompensoitu tela, jota voidaan käyttää paperikoneella puristinosalla, kalanterissa tai liimapuristimessa. Sillä saadaan aikaan säädettävä, haluttu nippipaine koko telan leveydellä. CC-telan on valmistanut yhdysvaltalainen Beloit Corporation, jonka paperikoneteknologian Valmet osti vuonna 2000.

CC-tela koostuu sileäpintaisesta sylinterimäisestä vaipasta, suuresta kiinteästä keskiakselista, hydrodynaamisesti tai hydrostaattisesti toimivasta kengästä sekä telan sisäisistä öljyputkistoista. Telan komponentit näkyvät 3D-osaleikkauksessa kuviossa 13. Suurimmat tämän tyyppiset telat ovat käytössä puristinosalla ja ne voivat painaa jopa 115 000 kilogrammaa. Pienimmät kalanterilla käytetyt telat painavat noin 3000 kilogrammaa. Tuotantokustannuksiltaan telan hinta vaihtelee 100 000 ja 700 000 euron väliltä.



Kuvio 13. CC-tela

CC-telan kenkä nousee hydraulisen paineen avulla kohti telan vaippaa. Telan vaipan pyörimisestä aiheutuvan keskipakovoiman sekä kengän läpi menevien kapillaariputkien kautta kulkevan paineistetun öljyn ansiosta kengän ja vaipan sisäpinnan väliin jää ohut öljykalvo, joka estää vaippaa ja kenkää kulumasta. Telaan syötettävän öljyn paineella säädellään kuormituskengän synnyttämää nippivoimaa. Kuviossa 14 näkyy CC-telan hydrostaattisesti toimivan kengän alueen poikkileikkaus ja kengän synnyttämä painejakauma.



Kuvio 14. CC-telan poikkileikkaus kengän kohdalta (CC-telan ohjekirja, muokattu)

## 7 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö tehtiin Valmetin toimipisteellä Rautpohjassa, Jyväskylässä.

Aloituspalaverissa määriteltiin työn aihe ja idea sekä sovittiin käytännön järjestelyistä. Työn toteuttamiseen varattiin paikka avokonttorista, tietokone sekä pääsy Valmetin sisäisiin tietokantoihin. Rautpohjassa työskentely helpotti suuresti opinnäytetyön tekemistä, tiedon etsintää sekä toimeksiantajan puoleisen opinnäytetyön ohjaajan kanssa kommunikoimista.

Työn rajaus tehtiin hyvissä ajoin työn alkuvaiheessa. Tarkka rajaus on opinnäytetyön tekemisen kannalta erittäin tärkeää. Vaarana opinnäytetyön kanssa oli, että työ lähtisi paisumaan liikaa ja työstä tulisi liian laaja tehtäväksi sovituksessa ajassa.

### 7.1 Aiheeseen perehtyminen ja työn aloitus

Opinnäytetyön tekeminen aloitettiin tutustumalla aiheeseen ja keräämällä tietoa opinnäytetyössä käsiteltävästä telasta. CC-telaan liittyviä tiedostoja ja materiaaleja etsittiin ja käytiin läpi Valmetin omista tietokannoista sekä Beloitin toimittamasta telan ohjekirjasta. Tietoa löytyi telasta kohtalaisesti, mutta etsintää hankaloitti erityisesti se, ettei tiedostoja ollut keskitetty yhteen paikkaan. Materiaaleista löytyi tietoa muun muassa telan osista ja telan toiminnasta, jotka auttoivat saamaan hyvän kokonaiskuvan kyseisestä telasta ja sen toimintaperiaatteesta.

Aiheeseen tutustumisen jälkeen toimeksiantajan kanssa päätettiin miten työ toteutetaan ja mitä sen tulisi tarkalleen ottaen pitää sisällään. Työn toteutuksen aikana pidettiin useita palavereja, joissa käytiin läpi työn etenemistä, seuraavia tehtäviä ja aikataulussa pysymistä.

## 7.2 Työn suorittaminen

Esitysmateriaalit tehtiin käyttämällä Microsoft PowerPoint -ohjelmaa. Pohja esityksiin löytyi Valmetin muihin telamalleihin liittyvistä samankaltaisista esitysmateriaaleista. Nämä pohjat muokattiin vastaamaan opinnäytetyössä käsiteltävän hydraulisesti taipumakompensoidun telan huoltoa sekä telaan liittyviä päivityksiä. Kyseisen telan huollon sisältö löytyi Beloitin aikaisemmin toimittamasta CC-telan ohjekirjasta. Telan huollon sisältö on jaettu esitysmateriaaleissa telan komponenttien mukaan. Huolto jaettiin telan purkamiseen, vaipan huoltoon, keskiakselin huoltoon, päätyjen huoltoon, laakeripukkien huoltoon sekä telan kasaamiseen. Esitysmateriaaleissa näiden huoltotoimenpiteiden sisältö esitellään erikseen omilla sivuillaan.

Esitysmateriaaleihin liitetyt kuvat tehtiin 3D-mallinnuksella Catia -ohjelmalla. Kuvat auttavat Valmetin asiakkaita hahmottamaan paremmin huoltotöiden perusteet ja huollettavat kohteet sekä tekevät esityksestä visuaalisesti vaikuttavamman. Lisäksi esityksiin laitettiin yleispäteviä kuvia erilaisista huoltotoimista, jotka löytyivät Valmetin sisäisestä Media Bankista. Media Bankiin on kerätty erilaisia valmiita mainoskuvia Valmetiin liittyen.

Opinnäytetyöhön kuului osaksi myös telan on site -huollon kehitys. Työmaavalvojen käyttöön luotiin Microsoft Excel -ohjelmalla tarkastuslista, johon merkitään telan huollossa tehdyt työt, tarkastukset, mittaukset sekä kaikki muut huoltoon liittyvät raportoitavat asiat. Huolto jaettiin tarkastuslistaan telan pääkomponenttien mukaisesti laakereihin, päätyjen alueeseen, keskiakseliin, vaippaan, kuormituskenkään sekä vaihteeseen. Jokainen alue on omalla välilehdellään, johon merkataan kyseiseen alueeseen liittyvät työt ja tarkastukset.

Tämä tarkastuslista palautetaan asiakkaalle työmaavalvojan kommentteilla ja jatkoehdotuksilla varustettuna. Tarkastuslista muutettiin vastaamaan hydraulisesti taipumakompensoidun telan huoltoa toisesta Valmetin telan huollon



tarkastuslistasta. Aikaisemmin samankaltaisia tarkastuslistoja on käytetty muiden telojen huolloissa, ja ne on havaittu työmaavalvojen toimesta hyvin toimiviksi.

Telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden testaamisen ongelmaan löydettiin käyttökelpoinen ratkaisu melko helposti. Ongelma ratkaistiin yhdessä Valmetin työntekijän kanssa, joka työskentelee telasuunnittelu-osastolla. Hän myös toimi toimeksiantajan puoleisena opinnäytetyön ohjaajana. Tiivisteiden tiiviiden testaustapa, joka tämän ongelman ratkaisuun liittyen luotiin, saatiin aikaan muutamassa palaverissa. Suurin ongelma tiiviiden testaamisessa oli kuormituskengän paikallaan pysyminen, koska testaus suoritetaan ilman telan vaippaa. Beloitin tiivistysratkaisu kyseisen telan kuormituskengässä on huono, joten öljyä vuotaa tiivisteiden välistä aina. Kuormituskenkä saadaan kuitenkin pysymään nykyisellä testaustavalla kiinni telassa. Ratkaisu onnistuu hyvin käytännössä eikä se vaadi ylimääräisiä työkaluja kunnossapitohenkilöstön mukaan työmaalle.

Lähteinä opinnäytetyössä käytettiin internetiä, Valmetin sisäisiä tietokantoja, joista suurin osa on englanninkielisiä, sekä kotimaista kirjallisuutta. Paperikoneeseen liittyvää teoriaa etsittiin paperikonealalla yleisesti tunnetusta paperitekniikan oppimisympäristöstä KnowPapista, jota käytetään muun muassa paperikoneteknologian opetuksessa. CC-telaan liittyvät materiaalit olivat pääasiassa englanninkielisiä ja lähtöisin telan valmistajalta, yhdysvaltalaiselta Beloit Corporationilta.

## 8 Tulokset

Tuloksena opinnäytetyöstä Valmet sai esitysmateriaaleja hydraulisesti taipumakompensoidun telan on-site-huollosta, joita Valmet voi käyttää markkinoidessaan kyseisen telatyyppin huoltoja asiakkailleen. Lisäksi tuloksena oli työmaavalvojan käyttöön tuleva tarkastuslista, johon merkitään kaikki huollossa tehdyt työt ja tarkastukset. Ongelma, joka työssä ratkaistiin, oli hydraulisesti

taipumakompensoidun telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden testaus työmaalla. Ongelma saatiin ratkaistua ja tuloksena siitä syntyi lyhyt työohje, jossa kerrotaan miten kyseinen testaus suoritetaan.

Esitysmateriaaleissa on 30 sivua, joista neljätoista kuvaa telan on site -huollon sisältöä ja tarkoitusta. Lopuilla sivuilla esitellään huollossa vaihdettavat osat, telaan valittavat mahdolliset lisätyöt eli optiot, sekä telan modifikaatio- ja päivitysmahdollisuudet. Esitysmateriaalit CC-telan on site -huollosta ovat työn liitessä 1.

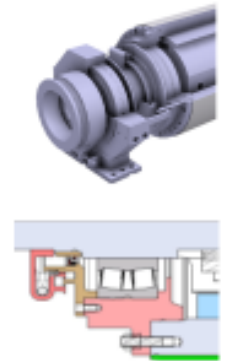
Ensimmäisenä esityksessä käydään läpi hieman CC-telan toimintaa paperikoneessa, huollon vaikutusta telan toimintakuntoon sekä huollon tuottamia etuja. Tämän jälkeen esitellään huollossa suoritettut työt. Esityksessä kuvataan tarkasti telan on site -perushuolto, sekä laajempi telaverstaalla suoritettava kokonaisvaltaisempi telan huolto. Perushuollon tarkoituksena on varmistaa, että tela on kykeneväinen suoriutumaan ajosta ennen seuraavaa huoltoa. Perushuolto suositellaan tehtäväksi 1-2 vuoden välein. Laajemman huollon tavoitteena on maksimoida telan toimintavarmuus sekä poistaa tunnetut ongelmat ja riskit. Laajempi huolto on suunniteltu tehtäväksi 3-6 vuoden välein.

Huollon sisältö jaettiin esitysmateriaaleihin telan suurimpien komponenttien mukaisesti. Esityksissä kuvataan erikseen telan purkuun liittyvät työt, vaipan huolto, keskiakselin huolto, päätyjen huolto, laakeripukkien huolto sekä telan kasaukseen liittyvät työt ja tarkastukset. Kuviossa 15 näkyy esimerkkinä telan päätyjen huoltoon liittyvät työt.

# CC-Roll Maintenance

## Heads maintenance

Scheduled maintenance		
	Reconditioning	
•	•	Inspection for head-to-shell fit
•	•	Inspection for studs and stud holes for thread wear and damage
•	•	Measuring FS and DS head fits
•	•	FS and DS head fit condition check
•	•	Inspection for seals and sealing surfaces




T 28 September, 2016 © Valmet



Kuvio 15. Päätyjen huoltotoimet

Työmaavalvojan käyttöön tuleva tarkastuslista sisältää 14 välilehteä, joihin on merkitty huollossa suoritettut työt, tarkastukset ja mittaukset. Ensimmäiseksi tarkastuslistaan merkitään asiakkaan ja huolletun telan tiedot sekä telalle tehdyn huollon sisältö. Seuraaville välilehdille kirjataan huoltotyöt, tarkastukset ja mittaukset alueittain. Työmaavalvojan käyttöön tulevan tarkastuslistan pohja on liitteessä 2.

Tarkastuslistan välilehdet on jaettu telan pääkomponenttien mukaan laakereihin, vaippaan, keskiakseliin, kuormituskenkään, päätyjen alueisiin sekä vaihteeseen. Jokaiselle välilehdelle merkitään kyseiselle komponentille tehdyt työt ja muut tarkastetut asiat. Loppuihin välilehtiin merkitään telalle suoritettava öljynvuototesti, mahdolliset lisätyöt sekä työmaavalvojan ottamat vapaamuotoiset kuvat huoltotöistä tai huollettavista osista. Telan keskiakselin tarkastuslista näkyy esimerkkinä kuviossa 16.



D

**SHAFT INSPECTION**  
**AKSELIN TARKASTUS**

OK

 Operational/Kunnossa  

W

 Worn/Kulunut  

D

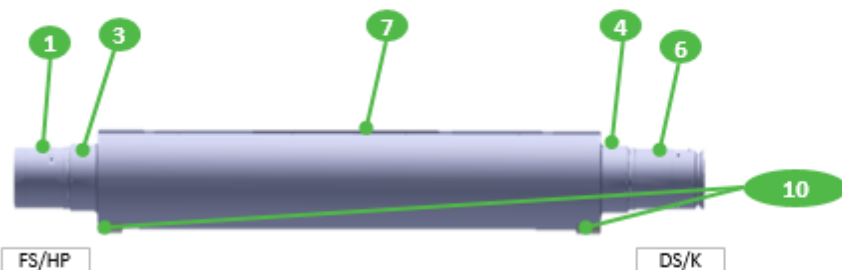
 Damaged/Vaurioitunut  

—

 No insp./Ei tark.

CUSTOMER / ASIAKAS: \_\_\_\_\_

WORK NO / TYÖ NRO: \_\_\_\_\_



FS/HP

DS/K

MEASUREMENTS / MITTAUKSET				
	A	B	C	D
After disassembly / Purun jälkeen:				
After service / Huollon jälkeen:	—	—	—	—

INSPECTION SUMMARY / TARKASTUKSEN YHTEENVETO		
Item / Kohde	OK/W/D	Findings / Havainnot
D1. Plain bearing seat FS / Nivellaakerikaula HP		
D2. Sealing face FS / Tiivistepinta HP		
D3. Bearing seat FS / Laakerikaula HP		
D4. Bearing seat DS / Laakerikaula KP		
D5. Sealing face DS / Tiivistepinta KP		
D6. Plain bearing seat DS / Nivellaakerikaula KP		
D7. Center shaft slot / Keskiakselin ura		
D8. Oil distribution channel / Öljynjakokanavisto		
D9. Putkisto / Piping		
D10. Skid blocks / Liukupalat		

ACTIONS MADE / TEHDYT TOIMENPITEET	
Item / Kohde	
D1	
D2	
D3	
D4	
D5	
D6	
D7	
D8	
D9	
D10	

NOTES / HUOMAUTUKSIA	

Inspections ready / Tarkastus valmis: \_\_\_\_\_

Actions ready / Toimenpiteet valmiit: \_\_\_\_\_

Place and date / Paikka ja aika

Inspected by / Tarkastanut

Kuvio 16. Keskiakselin tarkastuslista

Hydraulisesti taipumakompensoidun telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden testaus työmaalla oli aikaisemmin haastavaa. Tämä ongelma saatiin kuitenkin ratkaistua. Ratkaisu saatiin yhdessä telasuunnittelijan ja telahuoltospesialistin tietoja ja kokemuksia hyödyntäen. Tuloksena syntynyt työohje tiivisteiden tiiviiden testaukseen on työn liitessä 3.

Tuloksena on lyhyt työohje Valmetin on site -huoltoja suorittavien kunnossapitäjien käyttöön. Työohjeessa kerrotaan lyhyesti ja ytimekkäästi miten kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden testaus työmaalla tehdään. Telan kuormituskenkä sidotaan kuormitusliinoilla kiinni telaan, jotta se ei pääse nousemaan, kun öljynpainetta lisätään telan putkistoissa. Kyseisen telan kuormituskengän tiivistys on huono, joten vuotavan öljyn määrä täytyy mitata ja tarkastaa telasuunnittelusta. Vuotoöljyn määrä on riippuvainen käytetyn öljyn viskositeetistä sekä öljyn paineesta. Näiden avulla telasuunnittelu laskee, onko kuormituskengän tiiviys riittävä.

Nämä tulokset ovat Valmetille hyödyllisiä sekä tarpeellisia ja niitä tullaan käyttämään erilaisissa CC-telan huoltoihin liittyvissä toimenpiteissä. Opinnäytetyön tulokset hyödyttävät Valmetin telahuoltojen myyntiä asiakkaille sekä huoltotöiden käytännön suorittamista.

## 9 Johtopäätökset ja pohdinta

Työn tavoitteena oli tuotteistaa hydraulisesti taipumakompensoidun telan on site -huolto luomalla esitysmateriaaleja telan huollosta, joita Valmet voi markkinointitarkoituksissa esitellä asiakkailleen. Toinen tavoite oli parantaa ja kehittää huollon suorittamista sekä ratkaista telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviiden tarkastamiseen liittyvä ongelma. Näissä tavoitteissa onnistuttiin mielestäni hyvin ja työstä saadut tulokset ovat hyödyllisiä sekä laadullisesti onnistuneita.

Opinnäytetyö tehtiin hyvin tarkasti ennen työn aloittamista tehdyn opinnäytetyösuunnitelman mukaan. Suunnitelmassa esitelty alustava työn sisältö ei juurikaan muuttunut opinnäytetyön tekemisen aikana vaan siirtyi lähes muuttumattomana lopulliseen työhön. Opinnäytetyön tekemisessä ei ilmennyt mainittavia ongelmia ja työ saatiin suoritetuksi suunnitellussa aikataulussa, eikä ylimääräisiä viivästyksiä syntynyt.

Tuloksena työstä Valmet sai esitysmateriaaleja, joista tulee olemaan Valmetille varmasti suurta hyötyä kyseisen telatyyppin huoltojen ja modifikaatioiden myynnissä. Esityksistä tuli selkeät ja informatiiviset kuvaukset telan huollon sisällöstä. Ongelma, joka liittyi telan kuormituskengän tiiviyn varmistamiseen, saatiin ratkaistua yhdessä Valmetin telasuunnittelijan kanssa. Aikaan saatiin testaustapa, jonka tekeminen onnistuu työmaalla helposti ilman ylimääräisiä työvälineitä. Tämän testaustavan toimiminen varmistettiin myös pitkän kokemuksen omaavalta telahuoltojen specialistilta. Kuormituskengän tiivisteiden tiiviyn testaukseen luotiin yksinkertainen työohje, joka liitettiin osaksi telan huolto-ohjetta.

Opinnäytetyöhön käytettyiden lähteiden luotettavuuden voidaan olettaa olevan hyvällä tasolla. Ammatti- ja opetuskäyttöön tarkoitetuissa kirjoissa sisältö on todennäköisesti luotettavaa. KnowPap-oppimisympäristö tarjoaa tietoa paperiteknikasta ja tehtaan automaatiosta. KnowPap-oppimisympäristö on tarkoitettu yritysten henkilöstön koulutukseen ja työhön perehdyttämiseen sekä opetuskäyttöön oppilaitoksissa. KnowPapin materiaalit ovat suureksi osaksi peräisin alan yrityksiltä. Näiden asioiden perusteella myös KnowPapin materiaali on luotettavaa. Laajuudeltaan lähdeluettelo jää kuitenkin hieman suppeaksi, eikä vieraskielisiä lähteitä ole, ellei oteta huomioon Beloitin ja Valmetin omia materiaaleja, joita opinnäytetyössä hyödynnettiin. Beloitin materiaalit olivat englanninkielisiä ja Valmetin materiaaleja oli sekä suomeksi että englanniksi.

Kyseiseen telaan liittyvien tiedostojen löytäminen Valmetin tietokannoista osoittautui haastavaksi. Valmetin tiedostot tuntuivat olevan melko sekavissa ja epäloogisissa järjestyksissä. Taipumakompensoituun telaan liittyviä tiedostoja ei ollut keskitetty yhteen paikkaan, vaan niitä löytyi monista eri paikoista. Tiedostojen

uudelleenjärjestäminen voisi olla tarvittava kehitystoimenpide, joka jatkossa helpottaisi Valmetin työntekijöitä etsimään ja löytämään halutut tiedostot nopeammin ja helpommin.

Hydraulisesti taipumakompensoituihin teloihin Valmetilla ei ole samankaltaista, niin kutsuttua sähköistä telakorttia kuin muihin Valmetin itsevalmistamiinsa teloihin. Valmetin sähköisissä telakorteissa näkyvät jokaisen telan yksilölliset tiedot, kuten telan sarjanumero, asiakkaan tiedot, telan mitat, paino, piirustusnumerot sekä kaikki muut telaan liittyvät tiedot. Tällä hetkellä taipumakompensoitujen telojen tiedot on lueteltu Excel-taulukossa. Jatkoa ajatellen myös kyseisten telatyypien tiedot olisi hyvä saada samanlaiseen telakortistoon, josta ne olisivat helpommin löydettävissä ja luettavissa.

Uskon, että saaduista tuloksista tulee olemaan Valmetille hyötyä. Varsinkin esitysmateriaalit ovat sellaisia, joita Valmet selvästi tarvitsi ja joita tullaan varmasti käyttämään telahuoltojen myynnissä. Nämä esitykset helpottavat Valmetia saamaan huolto- ja modifikaatiotöitä kyseiselle telatyypille. Käytännöllistä hyötyä Valmet saa myös telan on site -huollon kehityksestä. Telan kuormituskengän tiivisteiden tiiviyn testaus onnistuu jatkossa huolto-ohjetta noudattamalla huomattavasti helpommin ja nopeammin kuin ennen.

Opinnäytetyön toimeksiantajan palaute työstä oli positiivista. Toimeksiantaja oli tyytyväinen saatuihin tuloksiin ja ne vastasivat hyvin toimeksiantajan odotuksia ja tehtävänantoa. Kaikki opinnäytetyöstä saadut tulokset tullaan ottamaan käyttöön sellaisenaan Valmetin on site -telahuolloissa. Tulevaisuudessa Valmet voi tehdä saatuihin tuloksiin pieniä muutoksia, jos tarvetta muutoksiin ilmaantuu.

## Lähteet

Historia. N.d. Yrityksen historiaa Valmetin kotisivuilla. Viitattu 1.3.2016.  
<http://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/historia>.

Järviö, J. & Lehtiö, T. 2012. Kunnossapito, tuotanto-omaisuuden hoitaminen. 5. uud. p. Helsinki: KP-Media 2012.

Kauranne, H., Kajaste, J. & Vilenius, M. 2013. Hydrauliteknikka. 2. uud. p. Helsinki: Sanoma Pro.

Kunnossapito, menestystekijä. N.d. Opetushallituksen ylläpitämä verkkopalvelu. Viitattu 12.5.2016. <http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/kunnossapito/index.html>.

Liiketoiminnat. N.d. Liiketoimintojen esittely Valmetin kotisivuilla. Viitattu 1.3.2016.  
<http://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti/liiketoiminnat>.

Nippirakenteet. N.d. Nippirakenteiden esittely KnowPap –oppimisympäristössä. Viitattu 3.3.2016.  
[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/paper\\_machine/press\\_section/3\\_nip\\_types/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/paper_machine/press_section/3_nip_types/frame.htm).

Paperikoneen puristinosan tehtävät. N.d. Puristinosan esittely KnowPap –oppimisympäristössä. Viitattu 3.3.2016.  
[http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper\\_technology/paper\\_machine/press\\_section/1\\_introduction/frame.htm](http://www.knowpap.com/extranet/suomi/paper_technology/paper_machine/press_section/1_introduction/frame.htm).

SFS-EN 13306. 2010. Kunnossapito. Kunnossapidon terminologia. 2. p. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 18.5.2016. <http://www.jamk.fi/kirjasto>, Nelli-portaali, SFS Online.



Valmet lyhyesti. N.d. Yrityksen esittely Valmetin kotisivuilla. Viitattu 1.3.2016.

<http://www.valmet.com/fi/valmet-yrityksena/valmet-lyhyesti>.

Vuosikatsaus\_2015. N.d. PDF-esitys Valmetin kotisivuilta. Viitattu 1.3.2016.

[http://www.valmet.com/globalassets/investors/reports--presentations/annual-reports/2015/vuosikatsaus\\_2015.pdf](http://www.valmet.com/globalassets/investors/reports--presentations/annual-reports/2015/vuosikatsaus_2015.pdf).

## **Liitteet**